

CARACTERIZACIÓN DEL LENGUAJE QUÍMICO ASOCIADO A LA COMBUSTIÓN EN PROFESORES EN FORMACIÓN INICIAL DE CIENCIAS NATURALES

Henry Giovany Cabrera Castillo
Área de Educación en Ciencias y Tecnología, Universidad del Valle

RESUMEN: Esta comunicación, presenta una caracterización del lenguaje químico asociado a la combustión adquirido por profesores en formación inicial en ciencias naturales a través de diversos cursos de química que estructuran su programa académico. La investigación se realizó con 15 participantes quienes resolvieron un cuestionario estructurado con situaciones problema y preguntas abiertas formuladas de acuerdo a las sugerencias de Márquez & Roca (2006). Lo que se muestra aquí son los hallazgos relacionados con la interpretación y relación de la categoría lenguaje químico con sus cuatro subcategorías y cinco *códigos identificados*.

PALABRAS CLAVE: Lenguaje químico, formación inicial de profesores, combustión, enseñanza de la química

OBJETIVO: La formación inicial de profesores en ciencias naturales implica la solución de una serie de retos, por ejemplo, presentación de los modelos como atributos de la disciplina que orientarán en sus clases, las bases fundamentales del conocimiento, la experiencia y el lenguaje de la química y el reconocimiento de la importancia de las concepciones de los estudiantes para orientar su aprendizaje (Sánchez & Valcárcel, 2000).

De acuerdo a lo anterior, se pretende caracterizar cómo los profesores en formación inicial en ciencias naturales estructuran el lenguaje químico asociado a la combustión. Este objetivo hizo parte de los hallazgos de la tesis doctoral elaborada por Cabrera (2016).

MARCO TEÓRICO

Al interior de los colectivos académicos, la validación de palabras evoluciona hasta catalogarse como términos. Posteriormente, se transforman en un lenguaje que va modificando el significado inicial en la medida que se aplique a nuevas experiencias (Sanmartí, Izquierdo, & García, 1999). En la socialización del conocimiento químico con otros integrantes del contexto, se hace explícito el uso del *lenguaje químico*, el cual está compuesto de unas “exigencias lógicas, semánticas y de sintaxis” donde los modelos, hipótesis y leyes son instrumentos interpretativos que se expresan “dependiendo de la disciplina

científica de que se trate” (Saavedra, 2007, p.48). En la enseñanza de la química el uso continuo de términos químicos “puede tratarse de una palabra del lenguaje general que adopta un sentido especializado, una palabra creada con un sentido especializado, un sintagma o grupo de palabras con un sentido único y especializado, un símbolo, una fórmula química o matemática, un nombre científico en latín o en griego, un acrónimo, una sigla, la denominación o título oficial de un cargo, organismo o entidad administrativa” (Marinkovich, 2008, p. 121)

El *lenguaje químico* permite la construcción de ideas, modelos científicos y explicaciones que deben ser socializados a todos aquellos que los requieran con el propósito de comprender el mundo que estamos observando (Kreimer, 2011). Jacob (2007, p. 128) plantea que en el lenguaje químico se destaca la interconexión entre algunos niveles:

- El nivel inicial del lenguaje químico contiene los símbolos químicos para las sustancias y, a primera vista, se asemeja apenas a un lenguaje moderno. El simbolismo químico tiene sus muy particulares reglas con respecto al uso operacional de los símbolos.
- El segundo nivel proporciona un vocabulario que permite a los profesionales de la química hablar de las sustancias en general.
- El tercer nivel del lenguaje químico contiene los términos que se utilizan para discutir tales como “elemento” y “compuesto” (según lo expuesto en el segundo nivel) como parte de leyes, modelos, y teorías en un contexto general.
- El lenguaje, en el cuarto nivel, es el lenguaje de la filosofía. Incluye los problemas sintácticos y semánticos determinados.

Respecto al uso de lenguaje químico, en la literatura se han reportado algunas dificultades relacionadas con la memorización de los símbolos químicos, iconemas, ecuaciones químicas y fórmulas químicas que sirven para representar los elementos, sustancias, compuestos y reacciones químicas, igualmente, debido a la abstracción de los términos utilizados en la enseñanza de la química se ha generado rechazo, desinterés y una barrera en los estudiantes (Bertomeu-Sánchez & Muñoz-Bello, 2012; Johnstone & Selepeng, 2001; Laurella, 2015).

METODOLOGÍA

La investigación se realizó con 15 participantes del programa académico de Licenciatura en Educación Básica en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Valle (Cali/Colombia) que cumplieran con el criterio de haber cursado y aprobado las asignaturas: Química I, Química II, Laboratorio de química general, Principios de química orgánica, Química Ambiental.

La recolección de información se realizó a través de un cuestionario conformado por cuatro situaciones problema en las que se establecía la relación teórico experimental de algunas particularidades de la combustión (función del oxígeno, del combustible y de la chispa y los productos obtenidos) y ocho preguntas abiertas que tuvieron en cuenta los planteamientos y sugerencias de Márquez & Roca (2006) y Roca, Márquez, & Sanmartí (2013) sobre el Grado de apertura, Objetivo, Componente disciplinar y Procedimiento (Ver Tabla 1). Es importante destacar que las situaciones problema fueron diseñadas a partir del análisis de textos científicos históricos de alguno de los experimentos realizados por Boyle, Priestsley, Cavendish, Lavoisier, Scheele, Mayow y Stahl.

Tabla 1.
Ejemplo de situación problema y pregunta formulada en el cuestionario

Situación problema		Una alternativa para producir llama consiste en agregar 100 gramos de cal viva (óxido de calcio), luego se mezcla con 50 gramos de azufre, sobre ellos pones materiales a encender (madera o carbón), dejas caer agua sobre la cal y azufre mezclados anteriormente y en instante veras como surge llama.
Pregunta		Elabora una explicación del porqué surge llama cuando se deja caer agua en la mezcla anterior
Características de la pregunta	Grado de apertura	Abierta
	Objetivo	Identificar la función de los reactivos participantes y los productos obtenidos en la combustión
	Componente disciplinar	Combustión
	Procedimiento	Explicar

En la Tabla 2 se presenta la caracterización del lenguaje químico asociado a la combustión en profesores en formación inicial en ciencias naturales (*PFICN*). La conceptualización de la categoría lenguaje químico junto con las cuatro subcategorías (verbal, gráfico, de fórmulas y cotidiano) y los cinco códigos (término químico, iconema químico, símbolo químico, ecuación química y termino cotidiano) tuvo en cuenta los planteamientos de Bekerman & Galagovsky (2009) y Galagovsky & Giudice (2015) "type" : "article-journal", "volume" : "21" }, "uris" : ["http://www.mendeley.com/documents/?uuid=cc6dd51e-885d-4d3f-8479-d4bacc4c3938"] }], "mendeley" : { "formattedCitation": "(Galagovsky & Giudice, 2015. Las respuestas fueron desfragmentadas en unidades de análisis, con la intención de asignar un código a través de una *codificación abierta* y posteriormente a través de una *codificación axial* se relacionaron los códigos a subcategorías y estas a la categoría (Flick, 2004).

Tabla 2.
Conceptualización del lenguaje químico asociado
a la combustión en profesores en formación inicial en ciencias naturales

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CÓDIGO
Lenguaje Químico	Verbal (referencia reactivos, productos y otros factores que participan en la combustión).	Término químico (unidades dinámicas que adoptan un sentido único y especializado, utilizadas para "rotular" el mundo y posibilitan la comunicación entre los integrantes de un colectivo).
	Gráfico ((hacia referencia a un sistema de notación que refleja alguna propiedad o mecanismo de la combustión).	Iconema químico (incluye notaciones, signos matemáticos, corchetes, esferas, fórmulas de especies químicas).
	De fórmulas (implícita o explícitamente admitían "la descripción de una reacción mediante su ecuación química balanceada".	Símbolo químico (abreviaciones para indicar los elementos y compuestos químicos). Ecuación química (la notación que utiliza símbolos para expresar lo que ocurre en una reacción).
	Cotidiano (implícita o explícitamente utilizan términos adquiridos a través de la interacción con los contextos en los que interactúan).	Término cotidiano (unidades que se utilizan diariamente para referirse a la combustión y calcinación).

RESULTADOS

Ideas de los futuros profesores de ciencias acerca del Lenguaje Verbal

Quince *PFICN* utilizaron términos químicos como oxígeno, estaño, óxido de estaño, átomo, elemento, sustancias, compuesto, molécula, hidrogeno, calcio, azufre y óxido de calcio. Aunque estos son fundamentales para la química, su enseñanza y aprendizaje se orienta de manera superficial ya que no

se presentan las relaciones que existen entre ellos ni tampoco el vínculo existente con su cotidianidad (Álzate, 2005).

Otro hallazgo importante, es que los *PFICN* cuando hacen mención de la calcinación y la combustión los asocian a cambios físicos, cambio de estado o un cambio de estado de agregación, este panorama coincide con investigaciones como las de Meheut et al., (1985), BouJaoude (1991) y Kind (2004) quienes destacan la existencia de dificultades para distinguir de manera consistente entre un cambio químico y un cambio de estado y otros asocian estos procesos con la fusión.

Ideas de los futuros profesores de ciencias acerca del Lenguaje Gráfico

Seis *PFICN* incluyeron en su lenguaje gráfico iconemas químicos como (+), (è), (Δ) y (\rightarrow) los cuales eran utilizados para representar la interacción entre los reactivos, la transferencia de electrones, la acción del calor en la calcinación y la orientación de la reacción en una dirección. Simbolizar las reacciones químicas en un sentido está relacionado con la idea frecuente que tanto los libros de texto como los profesores en el momento de enseñar no permiten diferenciar o ejemplificar diversas reacciones químicas tanto reversibles como irreversibles (Caruso et al., 1998; Nieto, Garritz, & Reyes, 2007; Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011).

Ideas de los futuros profesores de ciencias acerca del Lenguaje De Fórmulas

Tres *PFICN* utilizaron la ecuación química para representar una reacción, sin embargo, el uso de reglas estequiometrias para balancearlas fue inadecuado. Por su parte, cuatro *PFICN* usaron símbolos químicos para representar elementos y compuestos (O_2 , H_2 , CO_2 , y H_2O), sin embargo, los participantes, aunque habían cursado y aprobado todas las asignaturas de química los utilizaban mínimamente. Una posible causa para que se dé esto es la solución mecánica de ejercicios sin ninguna conceptualización y comprensión de los mismos (Galagovsky & Giudice, 2015).

Ideas de los futuros profesores de ciencias acerca del Lenguaje Cotidiano

Trece *PFICN* incorporaron diferentes términos cotidianos, por ejemplo, utilizaban indistintamente el término “quemado” para hacer referencia tanto a la combustión como a la calcinación. Para referirse específicamente a la combustión, utilizaron “descompone”, “enciende” y “prende”. La interpretación de estos hallazgos, es que debido a la polisemia y sinonimia entre los términos y sumado a la diversidad de usos y definiciones que aparecen en los libros de texto o que son difundidos por los profesores de química (Caamaño & Irazoque, 2009). Los participantes prefieren utilizar aquellos términos cotidianos con los que están más familiarizados y que les han servido para responder a las pocas exigencias o problemáticas que son promovidas en sus diferentes actividades tanto académicas como cotidianas.

CONCLUSIONES

Los hallazgos anteriores permitieron identificar una desarticulación en el lenguaje químico adquirido por los *PFICN* debido a que su comprensión, uso y aplicación no se construye en la práctica escrita ni dialogada sino a raves de la memorización de definiciones que no tienen sentido ni son significativas para su formación. Esta dificultad es promovida y potenciada por la infructuosa manera como es concebida la terminología y las reglas que componen y estructuran la nomenclatura química que es el

fundamento esencial para establecer comunicación y explicación del fenómeno de la transformación química y particularmente de la reacción química como el eje del análisis, la sustitución y la síntesis química, por lo tanto, es pertinente que el lenguaje químico que adquieran los PFICN no debe limitarse a una función de etiquetación, sino que les debe servir para comprender y socializar sobre diversos fenómenos y hechos científicos.

La enseñanza de la combustión es un núcleo temático clave que serviría para diferenciar entre un cambio químico y un cambio de estado, igualmente, podría utilizarse para explicar la reacción reversible cuando se utilizan metales e irreversible cuando se usan compuestos orgánicos.

La enseñanza de la química debe articular el pensamiento, la experiencia y el lenguaje como tres dimensiones que permitirán la construcción de significados en los PFICN. En la medida que esto se logre, ellos podrán elaborar explicaciones en los cuales se identifique el conocimiento químico necesario para comprender situaciones próximas a su cotidianidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo de la comisión de estudios otorgada por la Universidad del Valle en el marco del Programa de Semilleros Docentes y a la beca de doctorados nacionales concedida por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología Innovación (COLCIENCIAS).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLZATE, M. V. (2005). Elemento, sustancia simple y átomo: Tres conceptos problemáticos en la Enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos químicos. *Revista Educación Y Pedagogía*, XVII (43), 177–194.
- BEKERMANN, D., & GALAGOVSKY, L. (2009). El lenguaje gráfico de la química: una perspectiva para el análisis de errores. *Enseñanza de Las Ciencias*, (Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias), 496–502.
- BERTOMEU-SÁNCHEZ, J. R., & MUÑOZ-BELLO, R. (2012). La terminología química durante el siglo XIX: Retos, polémicas y transformaciones. *Educación Química*, 23(3), 405–410.
- BOUJAOUDE, S. B. (1991). A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689–704.
- CAAMAÑO, A., & IRAZOQUE, G. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la terminología química: magnitudes y símbolos. *Educación Química*, (3), 46–55.
- CABRERA, H. G. (2016). *Aportes a la enseñanza de la química a partir de un estudio histórico filosófico de la experimentación asociada a la combustión para profesores en formación inicial*. Tesis doctoral. Universidad del Valle.
- CARUSO, M. F., CASTRO, M., DOMÍNGUEZ, J., GARCÍA-ROJEDA, E., ITURRALDE, C., ROCHA, A., & SCANDROLI, N. (1998). Construcción del concepto de reacción química. *Educación Química*, 9(3), 150–154.
- FLICK, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata, S. A.
- GALAGOVSKY, L., & GIUDICE, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciência & Educação*, 21(1), 85–99.
- JACOB, C. (2007). Análisis y síntesis. Operaciones interdependientes entre la práctica y el lenguaje químico. In J. A. Chamizo (Ed.), *La esencia de la química. Reflexiones sobre filosofía y educación* (Primera ed, pp. 31–50). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- JOHNSTONE, A. H., & SELEPENG, D. (2001). A language problem revisited. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 2(1), 19–29.
- KIND, V. (2004). *Más allá de las apariencias: Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química* (Primera ed). México, D. F.: Santillana.
- KREIMER, P. (2011). Sobre el conocimiento, la ciencia y la sociedad. *Exactamente*, (47), 22–25. Retrieved from <http://www.infonomia.com/tematicas/index.asp?idm=1&cidrev=2&num=2>
- LAURELLA, S. L. (2015). Nomenclatura: enseñanza en contexto. In *Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales* (pp. 1–9). La Plata.
- MARINKOVICH, J. (2008). Palabra y término: ¿Diferenciación o complementación? *Revista Signos*, 41(67), 119–126.
- MÁRQUEZ, C., & ROCA, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación Y Pedagogía*, 18(45), 61–71. Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/6087/5493>
- MEHEUT, M., SALTIEL, E., & TIBERGHIE, A. (1985). Pupils (II - 12 year olds) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*, 7(1), 83–93.
- NIETO, E., GARRITZ, A., & REYES, F. (2007). ¿Cuál es el conocimiento básico que los profesores necesitan para ser más efectivos en sus clases? El caso del concepto Reacción química. *Tecné, Epistémé Y Didaxis*, (22), 32–48.
- RAVIOLO, A., GARRITZ, A., & SOSA, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 8(3), 240–254.
- ROCA, M., MÁRQUEZ, C., & SANMARTÍ, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de Las Ciencias*, 31(1), 95–114.
- SAAVEDRA, J. C. (2007). La ciencia como lenguaje y lo no mensurable en la construcción del conocimiento científico. *SUMMA Psicológica UST*, 4(1), 47–57.
- SÁNCHEZ-BLANCO, G., & VALCÁRCEL, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18(3), 423–437.
- SANMARTÍ, N., IZQUIERDO, M., & GARCÍA, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, (281), 54–58.